

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-249056

(43)Date of publication of application : 12.09.2000

(51)Int.Cl.

F04B 37/08

F04B 49/10

(21)Application number : 11-049821

(71)Applicant : SUZUKI SHOKAN:KK

(22)Date of filing : 26.02.1999

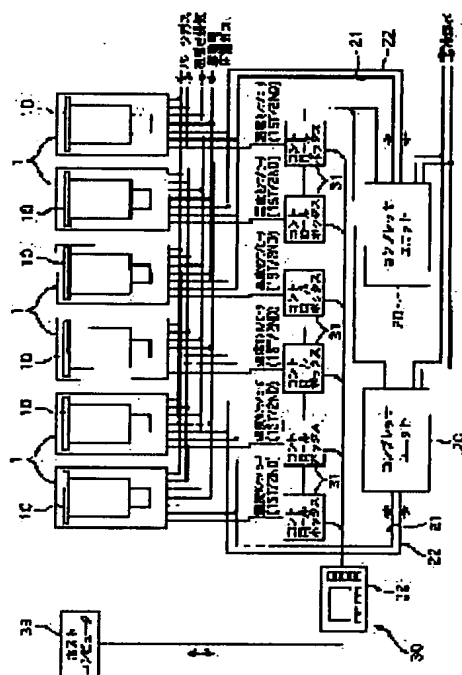
(72)Inventor : HIREZAKI TAMOTSU

(54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING OPERATION OF CRYOPUMP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cryopump operation control method capable of saving energy through reduction of a consumption of refrigerant gas and reducing an operation cost.

SOLUTION: In a method for controlling operation of a cryopump 10, a first heater and a first temperature sensor are arranged at a first stage cooling part, a second heater and a second temperature sensor are mounted on a second stage cooling part, the temperatures of the first and second stage cooling parts are measured by respective temperature sensors, and on the basis of a difference between a measurement temperature and a set temperature set according to the kind of feed gas supplied to the cryopump 10, the respective heaters are operated by a cryopump controller 32 and a control box 31 to control the temperature of the respective cooling parts. Since the cooling parts are not cooled more than necessary, the consumption of refrigerant gas is reduced, energy is saved, and an operation cost is reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.03.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-249056

(P2000-249056A)

(43) 公開日 平成12年9月12日 (2000.9.12)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 4 B 37/08		F 0 4 B 37/08	3 H 0 4 5
49/10	3 3 1	49/10	3 3 1 G 3 H 0 7 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-49821

(22) 出願日 平成11年2月26日 (1999.2.26)

(71) 出願人 000155986

株式会社鈴木商館

東京都千代田区麹町3-1

(72) 発明者 鈴木 有

東京都板橋区舟渡1丁目12番11号 株式会

社鈴木商館内

(74) 代理人 100079083

弁理士 木下 實三 (外1名)

Fターム(参考) 3H045 AA12 AA26 BA32 CA24 CA29

DA01 DA03 EA16 EA34

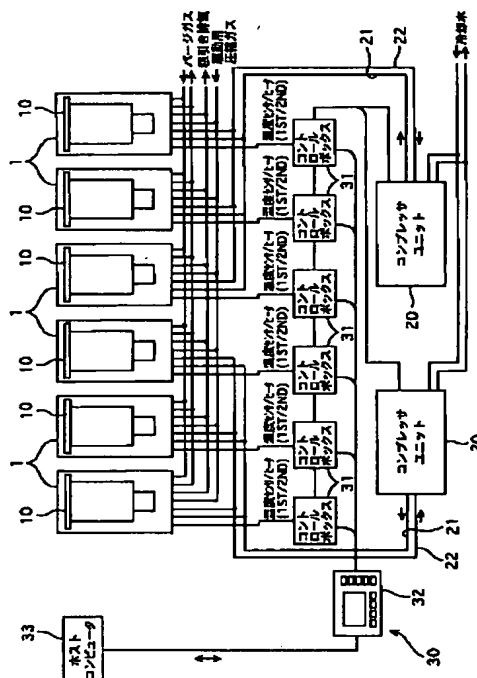
3H076 AA27 BB21 CC51 CC98 CC99

(54) 【発明の名称】 クライオポンプの運転制御方法および運転制御装置

(57) 【要約】

【課題】 冷媒ガスの消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できるクライオポンプの運転制御方法を提供すること。

【解決手段】 クライオポンプ10の運転制御方法は、第1段の冷却部に、第1のヒータおよび第1の温度センサを設け、第2段の冷却部に、第2のヒータおよび第2の温度センサを設け、第1段および第2段の冷却部の温度を各温度センサで測定し、クライオポンプコントローラ32やコントロールボックス31で、前記測定温度と、クライオポンプ10に供給される供給ガスの種類に応じて設定される設定温度との差に基づいて前記各ヒータを作動して各冷却部の温度を制御する。各冷却部が必要以上に冷却されないため、冷媒ガスの消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 段および第 2 段のクライオパネル面と、これらの第 1 段および第 2 段のクライオパネル面を冷却する第 1 段および第 2 段の冷却部とを備えるクライオポンプの運転制御方法であって、

前記第 1 段の冷却部に、第 1 の加熱装置および第 1 の温度センサを設け、

前記第 2 段の冷却部に、第 2 の加熱装置および第 2 の温度センサを設け、

前記第 1 段および第 2 段の冷却部の温度を前記各温度センサで測定し、その測定温度と、クライオポンプに供給される供給ガスの種類に応じて設定される設定温度との差に基づいて前記各加熱装置を運転して各冷却部の温度を制御することを特徴とするクライオポンプの運転制御方法。

【請求項 2】 第 1 段および第 2 段のクライオパネル面と、これらの第 1 段および第 2 段のクライオパネル面を冷却する第 1 段および第 2 段の冷却部とを備えるクライオポンプの運転制御方法であって、

前記クライオポンプを複数台設け、かつこれらの複数台のクライオポンプの前記第 1 段および第 2 段の冷却部に、第 1 および第 2 の加熱装置と、第 1 および第 2 の温度センサとをそれぞれ設けるとともに、

前記複数台のクライオポンプに 1 台のガス供給装置から冷媒ガスを供給し、

前記各クライオポンプの前記第 1 段および第 2 段の冷却部の温度を前記温度センサで測定し、その測定温度と、クライオポンプに供給される供給ガスの種類に応じて設定される設定温度との差に基づいて前記各加熱装置を運転し、各冷却部の温度を制御することを特徴とするクライオポンプの運転制御方法。

【請求項 3】 請求項 2 に記載のクライオポンプの運転制御方法において、

前記各クライオポンプの第 1 段冷却部の温度を互いに同じ温度に制御するとともに、前記各クライオポンプの第 2 段冷却部の温度を互いに同じ温度に制御することを特徴とするクライオポンプの運転制御方法。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれかに記載のクライオポンプの運転制御方法において、前記第 2 段の冷却部を 14～18 K に維持して運転することを特徴とするクライオポンプの運転制御方法。

【請求項 5】 第 1 段および第 2 段のクライオパネル面と、これらの第 1 段および第 2 段のクライオパネル面を冷却する第 1 段および第 2 段の冷却部とを備えるクライオポンプの運転制御装置であって、

前記第 1 段および第 2 段の冷却部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の加熱装置と、

前記第 1 段および第 2 段の冷却部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の温度センサと、

前記第 1 段および第 2 段の冷却部の温度を前記温度セン

サで測定し、その測定温度と、クライオポンプに供給される供給ガスの種類に応じて設定される設定温度との差に基づいて前記各加熱装置を運転して各冷却部の温度を制御する制御部と、を備えることを特徴とするクライオポンプの運転制御装置。

【請求項 6】 第 1 段および第 2 段のクライオパネル面と、これらの第 1 段および第 2 段のクライオパネル面を冷却する第 1 段および第 2 段の冷却部とを備えるクライオポンプの運転制御装置であって、

10 前記クライオポンプは複数台設けられるとともに、前記複数台のクライオポンプに冷媒ガスを供給する 1 台のガス供給装置が設けられ、

前記各クライオポンプの前記第 1 段および第 2 段の冷却部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の加熱装置と、前記第 1 段および第 2 段の冷却部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の温度センサと、

前記各クライオポンプの第 1 段冷却部の温度を制御するとともに、前記各クライオポンプの第 2 段冷却部の温度を制御する制御部と、を備えることを特徴とするクライオポンプの運転制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、クライオポンプの運転制御方法および運転制御装置に関する。

【0002】

【背景技術】従来より、G-M サイクル冷凍機や、スターリングサイクル冷凍機等の極低温冷凍機を利用したクライオポンプが知られている。このようなクライオポンプとして、特開平 1-305173 号公報に記載されたものが知られている。

【0003】この従来のクライオポンプでは、オーバーハングアップを防止するために、50～160 K に制御される第 1 段の冷却部に温度センサおよび加熱装置を設け、第 1 段の冷却部の温度を制御していた。なお、極低温に冷却される第 2 段の冷却部には、温度センサは設けられず、クライオポンプの再生時に、第 2 段の冷却部を加熱して再生時間を短縮するための加熱装置のみが設けられていた。

【0004】

40 【発明が解決しようとする課題】このような従来のクライオポンプでは、運転動作時には、第 2 段の冷却部の加熱装置は作動されず、無負荷状態で運転されていた。このため、第 2 段の冷却部は、必要な温度以下（例えば 20 K 以下）には冷却されるものの、その温度は具体的に制御されていなかった。

【0005】このため、メンテナンス直後であるか、あるいは使用時間がある程度経過した後である等のクライオポンプの状態等によって、第 2 段の冷却部は 10～20 K 程度にばらついていた。

50 【0006】しかしながら、本出願人は、第 2 段の冷却

部の温度が10～20 K程度でばらつくだけでも、使用する冷媒ガスの消費量に大きな差が生じるという問題点を見いだした。

【0007】本発明の目的は、冷媒ガスの消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できるクライオポンプの運転制御方法および運転制御装置を提供することにある。

【0008】さらに、近年では、プラントの装置などに複数のクライオポンプを組み込んで使用する場合もあった。この際、複数のクライオポンプに対してヘリウム等の冷媒ガスを供給するコンプレッサは、通常、1台のクライオポンプに対して1台設けられるが、本出願人は、コンプレッサの能力を高めて複数台、例えば2～3台のクライオポンプに対して1台のコンプレッサを接続することで、省スペース化や低コスト化を実現したシステムを開発した。

【0009】しかしながら、このような1台のコンプレッサに複数のクライオポンプを接続した場合、各クライオポンプの状態によっては性能上問題が生じる場合があった。すなわち、クライオポンプに使用される冷凍機（例えばG-Mサイクル冷凍機）は、一般に低温の冷却部（第2段の冷却部）の温度が下がれば下がるほど、作動ガスであるヘリウムガスの必要流量が増加する。例えば、口径200 mmのクライオポンプにおけるヘリウムガス流量は、第1段の冷却部の温度が50 Kで、第2段の冷却部の温度が9 Kの場合には、730 NL/minになり、第1段の冷却部の温度が65 Kで、第2段の冷却部の温度が15 Kの場合には、480 NL/minであった。

【0010】従って、4台のクライオポンプが65 K/15 K（第2段冷却部温度/第1段冷却部温度）で運転されている場合は、流量が合計1920 NL/minとなり、50 K/9 Kで運転されている場合は、流量が合計2920 NL/minとなる。

【0011】ところで、冷凍機の冷凍性能は、作動ガスの供給圧力（高圧）と戻り圧力（低圧）の差圧に比例し、差圧が小さいと十分な冷凍性能が得られない。図5に示すコンプレッサの流量特性によると、流量が1920 NL/minの場合の低圧圧力は0.81 MPaであり、流量が2920 NL/minの場合は1.25 MPaである。従って、高圧側の圧力が2.1 MPaの場合には、流量1920 NL/minでは差圧は1.29 MPaとなり4台のクライオポンプを十分な冷凍性能で運転できる値となる。一方、流量2920 NL/minでの差圧は0.85 MPaと小さくなり、十分な冷凍性能を発揮することができない。

【0012】差圧が小さいと冷凍性能が下がり、各冷却部の温度が上昇して作動ガスの流量が低下して差圧が大きくなり、結果的には適当な温度で安定するため、第2段の冷却部の温度制御をしないために9 K程度に低下し

ても、システム運転上は問題とはならなかった。

【0013】しかしながら、次のような場合には問題が生じていた。すなわち、各クライオポンプによって装置からの熱負荷が異なる場合には、第2段の冷却部が9 K程度に低下し、作動ガス流量が増えて冷凍性能が低下した場合に、より熱負荷の大きいクライオポンプの能力が不足し、使用できなくなるという問題があった。

【0014】また、3台のクライオポンプが運転中で1台を室温からクールダウンする場合にも、冷凍性能が低下することによってクールダウン時間が長くなるという問題があった。例えば、3台のクライオポンプが65 K/15 Kおよび50 K/9 Kで動作していると、合計流量はそれぞれ1440 NL/min、2190 NL/minとなり、差圧から換算すると50 K/9 Kと低温で動作している場合には、65 K/15 Kの場合に比べてクールダウン時間が約25%増加し、実際にはもっと大きな差がでてしまうという問題があった。

【0015】本発明の第2の目的は、1つのコンプレッサに複数台のクライオポンプを接続した際に、各クライオポンプの冷却性能の低下を抑えることができるクライオポンプの運転制御方法および運転制御装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、第1段および第2段のクライオパネル面と、これらの第1段および第2段のクライオパネル面を冷却する第1段および第2段の冷却部とを備えるクライオポンプの運転制御方法であって、前記第1段の冷却部に、第1の加熱装置および第1の温度センサを設け、前記第2段の冷却部に、第2の加熱装置および第2の温度センサを設け、前記第1段および第2段の冷却部の温度を前記各温度センサで測定し、その測定温度と、クライオポンプに供給される供給ガスの種類に応じて設定される設定温度との差に基づいて前記各加熱装置を運転して各冷却部の温度を制御することを特徴とするものである。

【0017】このような運転制御方法によれば、第1段および第2段の各冷却部の温度を測定して各冷却部の温度を所定温度に制御しているので、各冷却部が必要以上に冷却されることを防止でき、冷媒ガス（作動ガス）の消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できる。

【0018】また、本発明の第2の発明は、第1段および第2段のクライオパネル面と、これらの第1段および第2段のクライオパネル面を冷却する第1段および第2段の冷却部とを備えるクライオポンプの運転制御方法であって、前記クライオポンプを複数台設け、かつこれらの複数台のクライオポンプの前記第1段および第2段の冷却部に、第1および第2の加熱装置と、第1および第2の温度センサとをそれぞれ設けるとともに、前記複数台のクライオポンプに1台のガス供給装置から冷媒ガス

を供給し、前記各クライオポンプの前記第 1 段および第 2 段の冷却部の温度を前記温度センサで測定し、その測定温度と、クライオポンプに供給される供給ガスの種類に応じて設定される設定温度との差に基づいて前記各加熱装置を運転し、各冷却部の温度を制御することを特徴とするものである。

【0019】このような運転制御方法によれば、各クライオポンプの各冷却部の温度をそれぞれ制御しているので、冷却部の温度が必要以上に低下されることを防止でき、冷媒ガス（作動ガス）の消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できる。さらに、冷媒ガスの流量を抑えることができるため、1 台のガス供給装置（コンプレッサ）に複数台のクライオポンプを接続していても、各クライオポンプで十分な冷却性能が得られる。

【0020】このため、各クライオポンプでの熱負荷が異なる場合でも、熱負荷が小さいクライオポンプの冷却部の温度が一方向的に低下することがないため、各クライオポンプで十分な冷却性能を発揮することができる。また、クールダウン中のクライオポンプが存在している場合でも、他の作動中のクライオポンプの温度が低下しすぎるということがないため、冷凍性能の低下を抑えることができ、クールダウン時間も短縮できる。

【0021】なお、複数台のクライオポンプが 1 台のコンプレッサに接続されている際には、前記各クライオポンプの第 1 段冷却部の温度を同じ温度に制御するとともに、前記各クライオポンプの第 2 段冷却部の温度を同じ温度に制御することが好ましい。このようにすれば、各クライオポンプでのガス消費量の差が無くなるため、制御が容易に行える。

【0022】また、前記第 2 段の冷却部の温度は、14～18 K に維持して運転することが好ましい。より好ましくは、第 2 段の冷却部の温度は 15～16 K である。第 2 段の冷却部の温度が 13 K 以下と低くなると、冷媒ガスの消費量が増えて運転コストが高くなる。一方で、第 2 段の冷却部の温度が 19 K 以上と高くなると、必要な冷凍性能が得られない。これに対し、14～18 K に維持すれば、ガスの消費量を抑えつつ、必要な冷凍性能を得ることができ、コストパフォーマンスを良好にできる。

【0023】また、本発明は、第 1 段および第 2 段のクライオパネル面と、これらの第 1 段および第 2 段のクライオパネル面を冷却する第 1 段および第 2 段の冷却部とを備えるクライオポンプの運転制御装置であって、前記第 1 段および第 2 段の冷却部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の加熱装置と、前記第 1 段および第 2 段の冷却部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の温度センサと、前記第 1 段および第 2 段の冷却部の温度を前記温度センサで測定し、その測定温度と、クライオポンプに供給される供給ガスの種類に応じて設定される設定温度と

の差に基づいて前記各加熱装置を運転して各冷却部の温度を制御する制御部と、を備えることを特徴とするものである。

【0024】このような本発明によれば、第 1 段および第 2 段の各冷却部の温度を温度センサで測定して加熱装置を制御することで、各冷却部の温度を所定温度に制御できる。このため、各冷却部が必要以上に冷却されることを防止でき、冷媒ガス（作動ガス）の消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できる。

【0025】また、本発明は、第 1 段および第 2 段のクライオパネル面と、これらの第 1 段および第 2 段のクライオパネル面を冷却する第 1 段および第 2 段の冷却部とを備えるクライオポンプの運転制御装置であって、前記クライオポンプは複数台設けられるとともに、前記複数台のクライオポンプに冷媒ガスを供給する 1 台のガス供給装置が設けられ、前記各クライオポンプの前記第 1 段および第 2 段の冷却部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の加熱装置と、前記第 1 段および第 2 段の冷却部にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 の温度センサと、前記各クライオポンプの第 1 段冷却部の温度を制御するとともに、前記各クライオポンプの第 2 段冷却部の温度を制御する制御部と、を備えることを特徴とするものである。

【0026】このような運転制御装置によれば、各クライオポンプの各冷却部の温度をそれぞれ制御しているので、冷却部の温度が必要以上に低下されることを防止でき、冷媒ガス（作動ガス）の消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できる。さらに、冷媒ガスの流量を抑えることができるため、1 台のコンプレッサに複数台のクライオポンプを接続していても、各クライオポンプで十分な冷却性能が得られる。

【0027】このため、各クライオポンプでの熱負荷が異なる場合でも、熱負荷が小さいクライオポンプの冷却部の温度が一方向的に低下することがないため、各クライオポンプで十分に冷却性能を発揮することができる。また、クールダウン中のクライオポンプが存在している場合でも、他の作動中のクライオポンプの温度が低下しすぎるということがないため、冷凍性能の低下を抑えることができ、クールダウン時間も短縮できる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を図面に基づいて説明する。図 1 は、本実施の形態に係るクライオポンプ 10 の運転制御装置 30 の概略構成図が示されている。運転制御装置 30 は、クライオポンプ 10 およびコンプレッサ 20 の運転を制御するものである。本実施形態では、6 台のクライオポンプ 10 と、2 台のコンプレッサ（ガス供給装置）20 とが設けられており、1 台のコンプレッサ 20 に対して 3 台のクライオポ

ンプ10が接続されている。

【0029】運転制御装置30は、制御部として、各クライオポンプ10に対応してそれぞれ設けられた計6台のコントロールボックス31と、これらのコントロールボックス31に接続された1台のクライオポンプコントローラ32とを備えて構成されている。

【0030】クライオポンプ10は、図2および図3にも示すようにG-M (Gifford-McMahon) サイクル冷凍機からなる冷凍ユニット51を備えている。そして、この各冷凍ユニット51に対してコンプレッサ20から作

動ガス(冷媒ガス)であるヘリウムガスを供給し、またコンプレッサ20に戻すための配管21、22が設けられている。

【0031】また、クライオポンプ10には、図2にも示すように、パージガスの供給用および排気用の配管11、12が接続されるとともに、粗引き排気用の配管13が接続されている。これらの各配管11~13は、各クライオポンプ10に対して分岐して設けられており、各分岐配管部分には、流路を開閉するバルブ14~16が各クライオポンプ10に対応して設けられている。

【0032】具体的には、各配管11、12には、コントロールボックス31で制御される電磁弁14、15が設けられ、配管13には、コントロールボックス31で制御される電磁弁17によって供給される駆動用圧縮ガスで作動される空気式弁16が設けられている。また、配管13には空気式弁16を挟んで第1および第2の圧力計18、19が設けられ、この圧力計18、19からの信号はコントロールボックス31を介してクライオポンプコントローラ32に伝達されている。

【0033】また、各コンプレッサ20も、コントロールボックス31を介してクライオポンプコントローラ32で制御されている。

【0034】各クライオポンプ10に設けられた冷凍ユニット51は、図3、4に示すように、第1段冷却部(ファーストヒートステーション)52と、この第1段冷却部52の上部に設けられ、かつ第1段冷却部52よりも低温となる第2段冷却部(セカンドヒートステーション)53とを備えている。

【0035】第1段冷却部52の上端外周部には、ニッケルメッキで表面処理された放熱遮蔽部材である有底筒状のラジエーションシールド60が取り付けられており、このラジエーションシールド60の上方の開口部には、70~100K程度に冷却されるバッフル61が取り付けられ、このラジエーションシールド60で第2段冷却部53が囲まれている。

【0036】一方、第2段冷却部53には、10~20K程度に冷却されるコールドパネル62が取り付けられ、コールドパネル62には、10~20K程度では十分に凝結されない気体を吸収排気するための粒状のチャコール63が貼設されている。そして、各冷却部(ヒ-

トステーション)52、53、およびラジエーションシールド60等の各部材全体は、ステンレス製の真空チャンバ64内に納められている。

【0037】第1段冷却部52および第2段冷却部53には、図4に示すように、それぞれ第1および第2の温度センサ35、36と、第1および第2の加熱装置であるヒータ37、38とが取り付けられている。温度センサ35、36としては、例えば熱電対やシリコンダイオードセンサなどからなる極低温用温度センサが用いられ、その測定データは、各コントロールボックス31を介してクライオポンプコントローラ32に伝達されている。

【0038】また、ヒータ37、38は、パイプ等で被覆された電線などからなるシース型ヒータなどが用いられ、前記各コントロールボックス31を介してクライオポンプコントローラ32で制御されている。

【0039】なお、前記クライオポンプ10および各配管11~13のバルブ14~17等でクライオポンプユニット1が構成されている。また、クライオポンプコントローラ32は、ホストコンピュータ33に接続されていてもよい。例えば、工場のラインにおいて、クライオポンプコントローラ32で制御される1セット(6台のクライオポンプ10)を、複数セット配置している場合つまり複数のクライオポンプコントローラ32が設けられている場合に、これらの各セットをそれぞれ統括して制御する場合等に、ホストコンピュータ33を設ければよい。

【0040】このような本実施形態においては、ホストコンピュータ33あるいはクライオポンプコントローラ32を作動させ、各コントロールボックス31を介して各コンプレッサ20およびクライオポンプユニット1を駆動させる。クライオポンプコントローラ32は、クライオポンプ10内に吸着するガスの種類に応じて各冷却部52、53の温度をコントロールする。具体的には、各コントロールボックス31に設定温度が入力され、前記各温度センサ35、36で測定された温度と前記設定温度とを比較し、適宜ヒータ37、38を作動させたり、作動を停止することで、各冷却部52、53の温度をコントロールする。

【0041】なお、各クライオポンプ10によって冷凍ユニット51への熱負荷が異なる場合や、再生状態(室温)からクールダウンしているクライオポンプ10が存在する場合もあるため、各冷却部52、53の温度は各クライオポンプ10毎に制御できるように各コントロールボックス31が個別に設けられている。

【0042】このような本実施形態によれば以下のような効果がある。

1) 各クライオポンプ10における第1段および第2段の各冷却部52、53の温度を第1、2の温度センサ35、36で測定し、その測定温度に基づいて第1、2の

ヒータ37, 38を制御することで冷却部52, 53の温度を所定温度に制御しているので、冷却部52, 53が必要以上に冷却されることを防止でき、冷凍ユニット51の冷媒ガス(作動ガス)であるヘリウムガスの消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できる。

【0043】2) また、各クライオポンプ10の各冷却部52, 53の温度をそれぞれ制御することでヘリウムガスの消費量(流量)を抑えることができるため、1台のコンプレッサ20に複数台(例えば3台)のクライオポンプ10を接続していても、各クライオポンプ10に必要最小限のヘリウムガスを供給することができる。これにより、ヘリウムガスの流量を減少できてコンプレッサ20の高圧側および低圧側の差圧を十分に確保でき、1台のコンプレッサ20に複数台のクライオポンプ10を接続しても、各クライオポンプ10で十分な冷却性能を得ることができる。

【0044】3) 各クライオポンプ10の各冷却部52, 53の温度をヒータ37, 38を用いて制御しているので、各クライオポンプ10での熱負荷が異なる場合でも、熱負荷が小さいクライオポンプ10の冷却部52, 53の温度が一方向的に低下することを防止でき、各クライオポンプ10で十分に冷却性能を発揮することができる。

【0045】4) クールダウン中のクライオポンプ10が存在している場合でも、他の作動中のクライオポンプ10の温度が低下しすぎることがないため、冷凍性能の低下を抑えることができ、クールダウン時間も短縮できる。

【0046】5) 各クライオポンプ10に対応して各コントロールボックス31を設けたので、各クライオポンプ10の種類が異なる場合でも、コントロールボックス31をそのクライオポンプ10に対応させることで制御でき、クライオポンプコントローラ32は共通のものが利用できるため、拡張性の高いシステムにすることができる。

【0047】6) さらに、クライオポンプコントローラ32をホストコンピュータ33に接続して制御できるため、工場内に複数のクライオポンプコントローラ32を配置した場合にこれらをまとめて監視制御することもできる。さらに、各地の工場と管理部門とが離れて配置されている場合や、管理業務を外部のメンテナンス会社等に依頼する場合でも、通信回線などを介してクライオポンプコントローラ32とホストコンピュータ33とを接続することなどで、遠隔管理制御を行うことができる。

【0048】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる他の構成等を含み、以下に示すような変形等も本発明に含まれる。例えば、前記実施形態では、1台のコンプレッサ20に対して3台のクライオポンプ10を接続していたが、1

台のコンプレッサ20に対して1台あるいは2台、さらには4台以上のクライオポンプ10を接続してもよく、これらはコンプレッサ20の能力などを考慮して適宜設定すればよい。

【0049】また、コントロールボックス31を設けずに、各クライオポンプ10に直接クライオポンプコントローラ32を接続して制御してもよい。さらに、1台のクライオポンプコントローラ32が制御するクライオポンプ10の数も、前記実施形態の6台に限らず、1~5台あるいは7台以上でもよい。この制御対象台数は、クライオポンプコントローラ32の能力やクライオポンプ10の配置状態等に応じて適宜設定すればよい。

【0050】さらに、前記実施形態では、冷凍ユニット51がG-Mサイクル冷凍機であったが、本発明は、変形ソルベイサイクル冷凍機やパルス管式冷凍機を採用したクライオポンプにも適用できる。

【0051】

【発明の効果】このような本発明のクライオポンプの運転制御方法および運転制御装置によれば、第1段および第2段の各冷却部の温度を測定して各冷却部の温度を所定温度に制御しているので、各冷却部が必要以上に冷却されることを防止でき、冷媒ガス(作動ガス)の消費量を削減できて省エネルギー化を図ることができ、運転コストも低減できる。

【0052】また、各クライオポンプの各冷却部の温度をそれぞれ制御して冷却部の温度が必要以上に低下されることを防止することで、冷媒ガス(作動ガス)の流量を抑えることができるため、1台のコンプレッサに複数台のクライオポンプを接続していても、各クライオポンプで十分な冷却性能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係るクライオポンプの運転制御装置を示す概略構成図である。

【図2】前記実施形態のクライオポンプの運転制御装置の詳細を示す図である。

【図3】前記実施形態のクライオポンプを示す一部破断の全体斜視図である。

【図4】前記実施形態のクライオポンプの要部を示す断面図である。

【図5】クライオポンプにおけるコンプレッサの流量特性を示す図である。

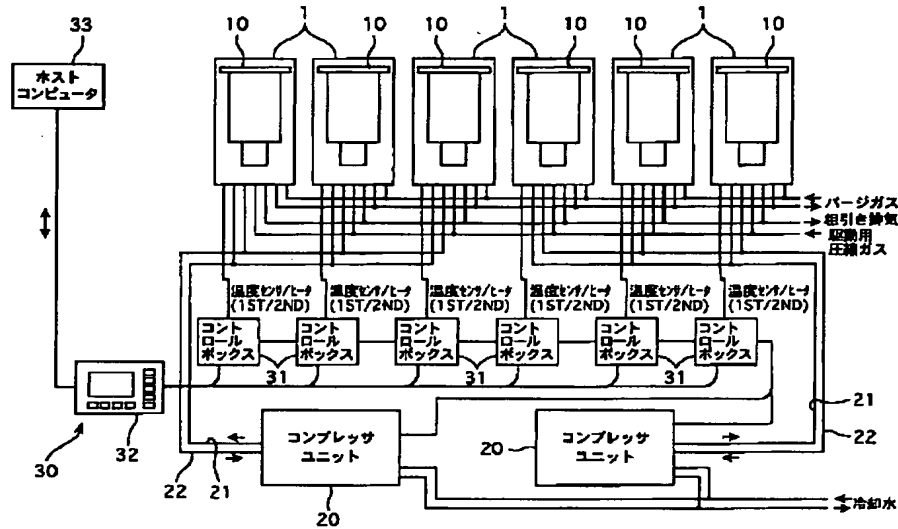
【符号の説明】

- 1 クライオポンプユニット
- 10 クライオポンプ
- 11~13 配管
- 14~17 バルブ
- 18, 19 圧力計
- 20 コンプレッサ
- 21, 22 配管
- 30 運転制御装置

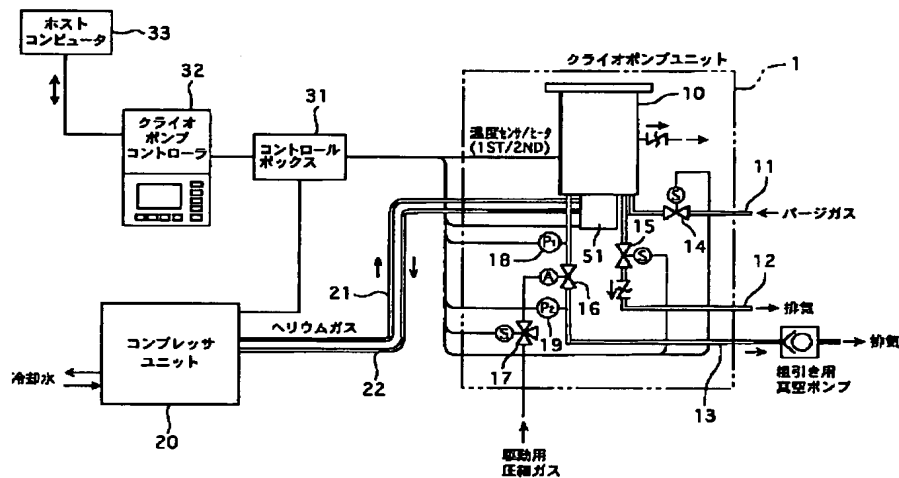
- 31 コントロールボックス
 32 クライオポンプコントローラ
 33 ホストコンピュータ
 35 第1の温度センサ
 36 第2の温度センサ
 37 第1の加熱装置であるヒータ
 38 第2の加熱装置であるヒータ

- 51 冷凍ユニット
 52 第1段冷却部
 53 第2段冷却部
 60 ラジエーションシールド
 61 バッフル
 62 コールドパネル
 64 真空チャンバ

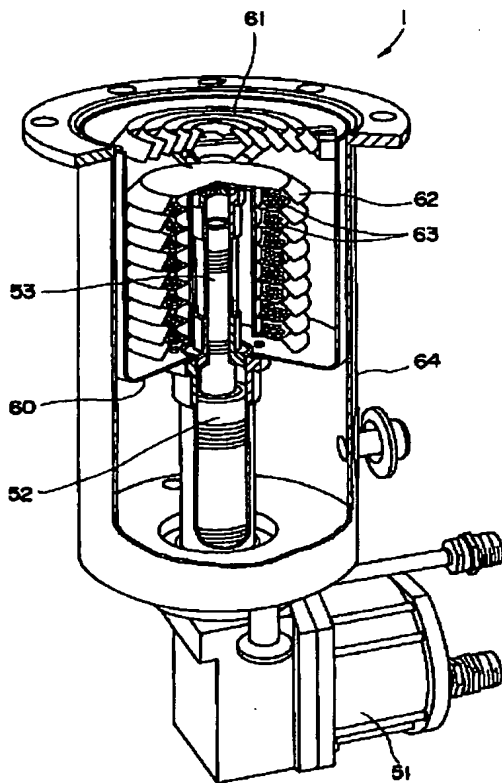
【図1】



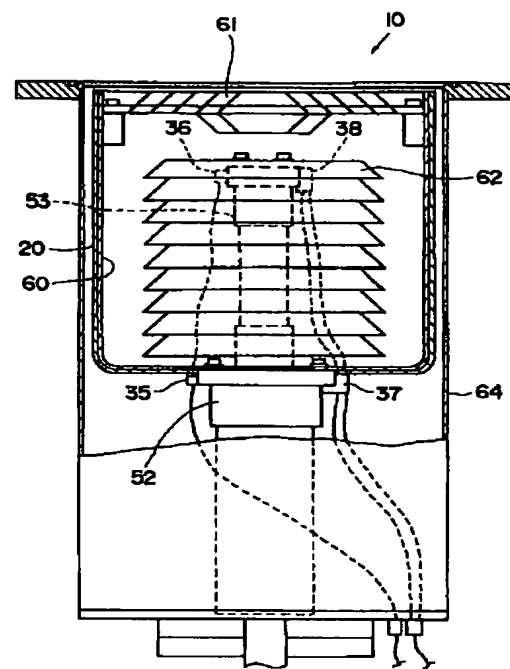
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

コンプレッサの流量特性

